

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

05-322526

(43)Date of publication of application : 07.12.1993

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

(21)Application number : 04-129058 (71)Applicant : KOYO SEIKO CO LTD

(22)Date of filing : 21.05.1992 (72)Inventor : HIYAMIZU YOSHINOBU  
NISHIZAKI KATSUTOSHI

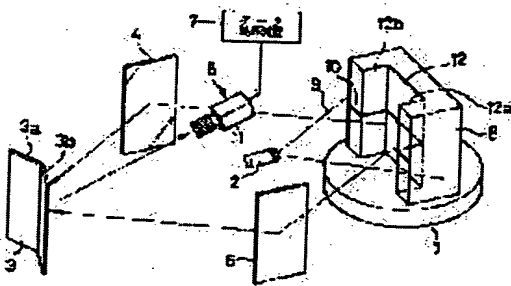
## (54) THREE DIMENSIONAL FORM MEASURING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To solve the inconveniences due to a blind spot and to simplify the constitution of hardware and processing of data by converting a plurality of two-dimensional image data from a two-dimensional image pick-up device to three-dimensional shape data by the use of the corresponding conversion positional data.

CONSTITUTION: In order to measure the shape of an object 8, an image of a light cutting line 10 formed on each of two mirror faces of a polygon mirror 3 is photographed, and the two-dimensional image data of the two images of the cutting line 10 photographed by a camera 11 are sent to a data processing device 7. In the device 7, the two two-dimensional image data are converted to a three-dimensional shape data by the use of the corresponding conversion

positional data. While the object 8 is moved and rotated, the above manipulation is repeated, so that the three-dimensional shape of the object 8 is measured.



---

## CLAIMS

---

[Claim 1] It is the three-dimension image measuring device made as [ change / the two-dimensional image data of the optical cutting plane line with which slit light is irradiated at a device under test, and this slit light is formed in the front face of a device under test / into three-dimension configuration data / using conversion location data ]. One slit light equipment which irradiates slit light at a device under test, the polygon mirror which has two or more mirror planes, Two or more plane mirrors which are arranged in a mutually different location and made to reflect the light from the optical cutting plane line of the front face of a device under test towards the mirror plane where a polygon mirror corresponds, One two-dimensional image pick-up equipment which picturizes to coincidence the image of an optical cutting plane line reflected in two or more mirror planes of a polygon mirror, and outputs the two-dimensional image data of each image, And the three-dimension configuration measuring device characterized by having the data processor which changes two or more two-dimensional image data from two-dimensional image pick-up equipment into three-dimension configuration data using the conversion location data corresponding to each.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the three-dimension image measuring device made as [ change / the three-dimension configuration measuring device which used the optical cutting method, and the two-dimensional image data of the optical cutting plane line with which slit light is irradiated in more detail at a device under test, and this slit light is formed in the front face of a device under test / into three-dimension configuration data / using conversion location data ].

[0002]

[Description of the Prior Art] The thing equipped with two-dimensional image pick-up equipments, such as a television camera which picturizes the slit light equipment which irradiates slit light at a device under test, and the optical cutting plane line formed in a device-under-test front face as this kind of a three-dimension configuration measuring device, and outputs that two-dimensional image data, and the data processor which changes the two-dimensional image data of the optical cutting plane line from two-dimensional image pick-up equipment into three-dimension configuration data using conversion location data is known. Two-dimensional image pick-up equipment is usually formed only one.

[0003] However, if a part of optical cutting plane line which a dead angle may arise with the configuration of a device under test, and is formed in a device-under-test front face goes into a dead angle, this cannot be picturized, therefore configuration measurement of a device under test becomes impossible in the three-dimension configuration measuring device in which two-dimensional image pick-up equipment is formed only one as mentioned above.

[0004] The three-dimension configuration measuring device using two or more two-dimensional image pick-up equipments is proposed in order to avoid un-arranging according to the above dead angles arising, for example, as shown in JP,63-9602,B etc.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, in the three-dimension configuration measuring device using two or more two-dimensional image pick-up equipments, it becomes cost quantity, a configuration is complicated in respect of hardware, and complicated data processing, such as parallel data processing, is needed also in respect of software.

[0006] The purpose of this invention solves the above-mentioned problem, and can cancel un-arranging according to a dead angle, moreover, it is simple for data processing by the configuration and software of hardware, and it is for cost to also offer a cheap three-dimension configuration measuring device.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The three-dimension configuration measuring device by this invention irradiates slit light at a device under test. It is the three-dimension image measuring device made as [ change / the two-dimensional image data of the optical cutting plane line with which this slit light is formed in the front face of a device under test / into three-dimension configuration data / using conversion location data ]. One slit light equipment which irradiates slit light at a device under test, the polygon mirror which has two or more mirror planes, Two or more plane mirrors which are arranged in a mutually different location and made to reflect the light from the optical cutting plane line of the front face of a device under test towards the mirror plane where a polygon mirror corresponds, One two-dimensional image pick-up equipment which picturizes to coincidence the image of an optical cutting plane line reflected in two or more mirror planes of a polygon mirror, and outputs the two-dimensional image data of each image, And it is characterized by having the data processor which changes two or more two-dimensional image data from two-dimensional image pick-up equipment into three-dimension configuration data using the conversion location data corresponding to each.

[0008]

[Function] Since the optical cutting plane line of a device under test is reflected by two or more plane mirrors arranged in a mutually different location, it is projected on two or more mirror planes of a polygon mirror and two or more of these images are picturized by two-dimensional image pick-up equipment, the two-dimensional image data which looked at the optical cutting plane line from the direction where plurality differs is obtained. Therefore, even if it is a case with the complicated configuration of a device under test, the two-dimensional image

data of the optical whole cutting plane line formed on the surface of a device under test can be obtained, and configuration measurement of a device under test can be performed by this.

[0009]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing.

[0010] Drawing 1 shows the whole three-dimension configuration measuring device outline configuration, and this equipment is a device-under-test stage (1). Slit light equipment (2) One polygon mirror (3) Two plane mirrors (4), (5), and one two-dimensional image pick-up equipment (6) And data processor (7) It has.

[0011] Stage (1) Device under test (8) It is for carrying, and while being moved to two horizontal directions and perpendicularly it intersects mutually by the suitable means which is not illustrated, it is rotated centering on vertical axes.

[0012] Slit light equipment (2) LD (laser diode), a cylindrical lens, etc. which are not illustrated are used, and it is a device under test (8). Slit light (9) It is for irradiating.

[0013] Polygon mirror (3) It has two mirror planes (3a) (3b), and is light equipment (2) at this example. It receives and is a device under test (8). It is arranged in the location of the opposite side. Two plane mirrors (4) and (5) are arranged in a mutually different location. And the 1st plane mirror (4) Slit light (9) Device under test (8) It is a polygon mirror (3) about the light from the optical cutting plane line (10) formed in a front face. It is made to reflect towards the 1st mirror plane (3a). The 2nd plane mirror (5) It is a polygon mirror (3) about the light from an optical cutting plane line (10). It is made to reflect towards the 2nd mirror plane (3b). Consequently, in the 1st mirror plane (3a) of a polygon mirror (3), it is the 1st plane mirror (4) about an optical cutting plane line (10). From a direction, the seen image is reflected and it is a polygon mirror (3). The image which looked at the optical cutting plane line (10) from the direction of the 2nd mirror plane (3b) is reflected in the 2nd mirror plane (3b).

[0014] Two-dimensional image pick-up equipment (6) Polygon mirror (3) The image of an optical cutting plane line (10) reflected in two mirror planes (3a) (3b) is pictured to coincidence, and it is a data processor (7) about the two-dimensional image data of each image. It is for outputting and has the television camera (11) which has a two-dimensional image sensor.

[0015] Data processor (7) Polygon mirror (3) It is for changing the two-dimensional image data of two images of the optical cutting plane line (10) from two mirror planes (3a) (3b) into three-dimension configuration data using the conversion location data corresponding to each, for example, is constituted by the microcomputer (microcomputer). It is obtained by the calibration and two conversion location data are data processors (7). Memory memorizes.

[0016] In the above-mentioned three-dimension configuration measuring device, a calibration is performed, the conversion location data for changing two two-dimensional image data from a television camera (11) into three-dimension configuration data, respectively are called for in advance of measurement, and these are data processors (7). It memorizes.

[0017] Device under test (8) When measuring a configuration, it is a polygon

mirror (3) by the television camera (11). The two-dimensional image data of two images of the optical cutting plane line (10) which the image of an optical cutting plane line (10) reflected in two mirror planes was picturized, and was picturized with the television camera (11) is a data processor (7). It is sent. Data processor (7) These two two-dimensional image data is changed into three-dimension configuration data using the conversion location data then corresponding to each. And device under test (8) It is a device under test (8) by repeating such actuation, performing migration and rotation. A three-dimension configuration is measured.

[0018] Device under test by which the groove section (12) was formed in the transverse plane as shown in drawing 1 (8) When picturizing the optical cutting plane line (10) formed in a front face with one television camera, even if it picturizes from which direction, it is impossible for a dead angle to arise and to picturize the optical whole cutting plane line (10). Namely, light equipment (2) If it picturizes from a direction, the optical cutting plane line (10) of the part of the both-sides side (12a) (12b) of the groove section (12) cannot be picturized. The 1st plane mirror (4) If it picturizes from a direction, it is the 1st side face (12a) of the groove section (12). The optical cutting plane line (10) of a part is the 2nd side face (12b), although it can picturize. The optical cutting plane line (10) of a part cannot be picturized. On the contrary, the 2nd plane mirror (5) If it picturizes from a direction, it is the 2nd side face (12b) of the groove section (12). The optical cutting plane line (10) of a part is the 1st side face (12a), although it can picturize. The optical cutting plane line (10) of a part cannot be picturized.

[0019] On the other hand, in the case of the above-mentioned example, it is a polygon mirror (3). In the 1st mirror plane (3a), it is the 1st plane mirror (4). Since the image of an optical cutting plane line (10) seen from the direction is reflected, in this, it is the 1st side face (12a) of the groove section (12). The image of the optical cutting plane line (10) of a part is reflected. Moreover, polygon mirror (3) In the 2nd mirror plane (3b), it is the 2nd plane mirror (5). Since the image of an optical cutting plane line (10) seen from the direction is reflected, in this, it is the 2nd side face (12b) of the groove section (12). The image of the optical cutting plane line (10) of a part is reflected. Therefore, polygon mirror (3) When two mirror planes (3a) (3b) are doubled, by having reflected the image of the optical whole cutting plane line (10), and picturizing these to coincidence with a television camera (11), the two-dimensional image data of the optical whole cutting plane line (10) can be obtained, and it is a device under test (8). Three-dimension configuration measurement can be performed.

[0020] At the above-mentioned example, it is a polygon mirror (3). Although the number of mirror planes (3a) (3b) and the number of a plane mirror (4) and (5) are two, if required by the configuration of a device under test, it is good as for three or more in these.

[0021]

[Effect of the Invention] According to the three-dimension configuration measuring device of this invention, the optical whole cutting plane line formed in a device-under-test front face using one television camera can be picturized as mentioned above, therefore the problem of the dead angle by the configuration of

a device under test is solved, and configuration measurement of a device under test can be performed. And since only one television camera is used, data processing by the configuration and software of hardware is also easy, and cost becomes cheap.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-322526

(43)公開日 平成5年(1993)12月7日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 B 11/24

識別記号

庁内整理番号

F I

C 9108-2F

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-129058

(22)出願日 平成4年(1992)5月21日

(71)出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72)発明者 冷水 由信

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内

(72)発明者 西崎 勝利

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内

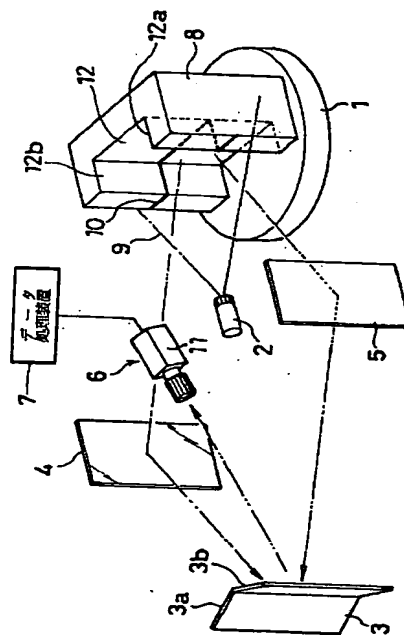
(74)代理人 弁理士 岸本 英之助 (外3名)

(54)【発明の名称】 3次元形状測定装置

(57)【要約】

【目的】 死角による不都合を解消し、しかもハードウェアの構成およびソフトウェアによるデータ処理を簡単にし、コストも安くする。

【構成】 被測定物8にスリット光9を照射する1つのスリット光源装置2、複数の鏡面3a、3bを有する多面鏡3、互いに異なる位置に配置されて被測定物8の表面の光切断線10からの光を多面鏡3の対応する鏡面3a、3bに向けて反射させる複数の平面鏡4、5、多面鏡3の複数の鏡面3a、3bに映った光切断線10の像を同時に撮像して各像の2次元画像データを出力する1つの2次元撮像装置6、および2次元撮像装置6からの複数の2次元画像データをそれぞれに対応する変換位置データを用いて3次元形状データに変換するデータ処理装置7を備える。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】被測定物にスリット光を照射し、このスリット光が被測定物の表面に当たって形成される光切断線の2次元画像データを変換位置データを用いて3次元形状データに変換するようになされた3次元画像測定装置であって、

被測定物にスリット光を照射する1つのスリット光源装置、複数の鏡面を有する多面鏡、互いに異なる位置に配置されて被測定物の表面の光切断線からの光を多面鏡の対応する鏡面に向けて反射させる複数の平面鏡、多面鏡の複数の鏡面に映った光切断線の像を同時に撮像して各像の2次元画像データを出力する1つの2次元撮像装置、および2次元撮像装置からの複数の2次元画像データをそれぞれに対応する変換位置データを用いて3次元形状データに変換するデータ処理装置を備えていることを特徴とする3次元形状測定装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、光切断法を用いた3次元形状測定装置、さらに詳しくは、被測定物にスリット光を照射し、このスリット光が被測定物の表面に当たって形成される光切断線の2次元画像データを変換位置データを用いて3次元形状データに変換するようになされた3次元画像測定装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】この種の3次元形状測定装置として、被測定物にスリット光を照射するスリット光源装置、被測定物表面に形成される光切断線を撮像してその2次元画像データを出力するテレビカメラなどの2次元撮像装置、および変換位置データを用いて2次元撮像装置からの光切断線の2次元画像データを3次元形状データに変換するデータ処理装置を備えたものが知られている。2次元撮像装置は、通常、1つだけ設けられる。

【0003】ところが、上記のように2次元撮像装置が1つだけ設けられている3次元形状測定装置では、被測定物の形状によって死角が生じることがあり、被測定物表面に形成される光切断線の一部が死角に入ると、これを撮像することができず、したがって、被測定物の形状測定ができなくなる。

【0004】上記のような死角が生じることによる不都合を回避するため、たとえば特公昭63-9602号公報などに示されているように、複数の2次元撮像装置を用いた3次元形状測定装置が提案されている。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のように複数の2次元撮像装置を用いた3次元形状測定装置では、コスト高となり、ハードウェアの面で構成が複雑化し、ソフトウェアの面でも並列データ処理などの複雑なデータ処理が必要になる。

【0006】この発明の目的は、上記の問題を解決し、

死角による不都合を解消でき、しかもハードウェアの構成およびソフトウェアによるデータ処理が簡単で、コストも安い3次元形状測定装置を提供することにある。

##### 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明による3次元形状測定装置は、被測定物にスリット光を照射し、このスリット光が被測定物の表面に当たって形成される光切断線の2次元画像データを変換位置データを用いて3次元形状データに変換するようになされた3次元画像測定装置であって、被測定物にスリット光を照射する1つのスリット光源装置、複数の鏡面を有する多面鏡、互いに異なる位置に配置されて被測定物の表面の光切断線からの光を多面鏡の対応する鏡面に向けて反射させる複数の平面鏡、多面鏡の複数の鏡面に映った光切断線の像を同時に撮像して各像の2次元画像データを出力する1つの2次元撮像装置、および2次元撮像装置からの複数の2次元画像データをそれぞれに対応する変換位置データを用いて3次元形状データに変換するデータ処理装置を備えていることを特徴とするものである。

##### 【0008】

【作用】被測定物の光切断線が互いに異なる位置に配置された複数の平面鏡により反射されて多面鏡の複数の鏡面に映され、この複数の像が2次元撮像装置によって撮像されるので、光切断線を複数の異なる方向から見た2次元画像データが得られる。したがって、被測定物の形状が複雑な場合であっても、被測定物の表面に形成される光切断線全体の2次元画像データを得ることができ、これによって被測定物の形状測定ができる。

##### 【0009】

【実施例】以下、図面を参照して、この発明の実施例について説明する。

【0010】図1は3次元形状測定装置の全体概略構成を示しており、この装置は、被測定物ステージ(1)、スリット光源装置(2)、1つの多面鏡(3)、2つの平面鏡(4)(5)、1つの2次元撮像装置(6)およびデータ処理装置(7)を備えている。

【0011】ステージ(1)は、被測定物(8)をのせるためのものであり、図示しない適当な手段により、互いに直交する2つの水平方向および垂直方向に移動させられるとともに、垂直軸を中心に回転させられるようになっている。

【0012】スリット光源装置(2)は、図示しないLD(レーザダイオード)、シンドリカルレンズなどを用いて被測定物(8)にスリット光(9)を照射するためのものである。

【0013】多面鏡(3)は2つの鏡面(3a)(3b)を有し、この例では、光源装置(2)に対して被測定物(8)の反対側の位置に配置されている。2つの平面鏡(4)(5)は、互いに異なる位置に配置されている。そして、第1平面鏡(4)はスリット光(9)が被測定物(8)の表面に当たって



形成される光切断線(10)からの光を多面鏡(3)の第1鏡面(3a)に向けて反射させ、第2平面鏡(5)は光切断線(10)からの光を多面鏡(3)の第2鏡面(3b)に向けて反射させるようになっている。この結果、多面鏡(3)の第1鏡面(3a)には光切断線(10)を第1平面鏡(4)の方向から見た像が映り、多面鏡(3)の第2鏡面(3b)には光切断線(10)を第2鏡面(3b)の方向から見た像が映る。

【0014】2次元撮像装置(6)は多面鏡(3)の2つの鏡面(3a)(3b)に映った光切断線(10)の像を同時に撮像して各像の2次元画像データをデータ処理装置(7)に出力するためのものであり、2次元撮像素子を有するテレビカメラ(11)などを備えている。

【0015】データ処理装置(7)は、多面鏡(3)の2つの鏡面(3a)(3b)からの光切断線(10)の2つの像の2次元画像データをそれぞれに対応する変換位置データを用いて3次元形状データに変換するためのものであり、たとえばマイクロコンピュータ(マイコン)によって構成されている。2つの変換位置データは、キャリブレーションによって得られ、データ処理装置(7)のメモリに記憶されている。

【0016】上記の3次元形状測定装置において、測定に先立ち、キャリブレーションが行なわれて、テレビカメラ(11)からの2つの2次元画像データをそれぞれ3次元形状データに変換するための変換位置データが求められ、これらがデータ処理装置(7)に記憶される。

【0017】被測定物(8)の形状の測定を行なう場合、テレビカメラ(11)により、多面鏡(3)の2つの鏡面に映った光切断線(10)の像が撮像され、テレビカメラ(11)で撮像された光切断線(10)の2つの像の2次元画像データがデータ処理装置(7)に送られる。データ処理装置(7)では、これら2つの2次元画像データがそれぞれに対応する変換位置データを用いて3次元形状データに変換される。そして、被測定物(8)の移動、回転を行ないながら、このような操作を繰り返すことにより、被測定物(8)の3次元形状が測定される。

【0018】図1に示すような正面にみぞ部(12)が形成された被測定物(8)の表面に形成される光切断線(10)を1つのテレビカメラで撮像する場合、どの方向から撮像しても、死角が生じ、光切断線(10)全体を撮像することは不可能である。すなわち、光源装置(2)の方向から撮像すると、みぞ部(12)の両側面(12a)(12b)の部分の光切断線(10)が撮像できない。第1平面鏡(4)の方向から撮像すると、みぞ部(12)の第1の側面(12a)の部分の光切断線(10)は撮像できるが、第2の側面(12b)の部分の光切断線(10)は撮像できない。逆に、第2平面鏡(5)の方向から撮像すると、みぞ部(12)の第2の側面(12b)の部

分の光切断線(10)は撮像できるが、第1の側面(12a)の部分の光切断線(10)は撮像できない。

【0019】これに対し、上記実施例の場合は、多面鏡(3)の第1鏡面(3a)には第1平面鏡(4)の方向から見た光切断線(10)の像が映るので、これにはみぞ部(12)の第1の側面(12a)の部分の光切断線(10)の像が映っている。また、多面鏡(3)の第2鏡面(3b)には第2平面鏡(5)の方向から見た光切断線(10)の像が映るので、これにはみぞ部(12)の第2の側面(12b)の部分の光切断線(10)の像が映っている。したがって、多面鏡(3)の2つの鏡面(3a)(3b)を合わせると、光切断線(10)の全体の像が映っており、これらをテレビカメラ(11)で同時に撮像することにより、光切断線(10)全体の2次元画像データを得ることができ、被測定物(8)の3次元形状測定ができる。

【0020】上記実施例では、多面鏡(3)の鏡面(3a)(3b)の数および平面鏡(4)(5)の数が2つであるが、被測定物の形状によって、必要であれば、これらを3つ以上にしてもよい。

【0021】

【発明の効果】この発明の3次元形状測定装置によれば、上述のように、1つのテレビカメラを用いて被測定物表面に形成される光切断線全体を撮像することができ、したがって、被測定物の形状による死角の問題を解消して、被測定物の形状測定ができる。そして、テレビカメラを1つだけ用いるものであるから、ハードウェアの構成およびソフトウェアによるデータ処理も簡単であり、コストが安くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例を示す3次元形状測定装置の概略構成図である。

【符号の説明】

- |      |          |
|------|----------|
| (1)  | 被測定物ステージ |
| (2)  | スリット光源装置 |
| (3)  | 多面鏡      |
| (3a) | 第1鏡面     |
| (3b) | 第2鏡面     |
| (4)  | 第1平面鏡    |
| (5)  | 第2平面鏡    |
| (6)  | 2次元撮像装置  |
| (7)  | データ処理装置  |
| (8)  | 被測定物     |
| (9)  | スリット光    |
| (10) | 光切断線     |
| (11) | テレビカメラ   |



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-240607

(43)公開日 平成5年(1993)9月17日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 B 11/00

識別記号 庁内整理番号

A 7625-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数15(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-248620  
(22)出願日 平成4年(1992)8月24日  
(31)優先権主張番号 91120863.5  
(32)優先日 1991年12月4日  
(33)優先権主張国 オーストリア (A T)

(71)出願人 390039413

シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
SIEMENS AKTIENGESSEL  
LSCHAFT

ドイツ連邦共和国 ベルリン 及び ミュ  
ンヘン (番地なし)

(72)発明者 アントン シック

ドイツ連邦共和国 8255 シュウインデッ  
グ フ라우エンホーフエナーシュトラセ  
4

(74)代理人 弁理士 富村 潔

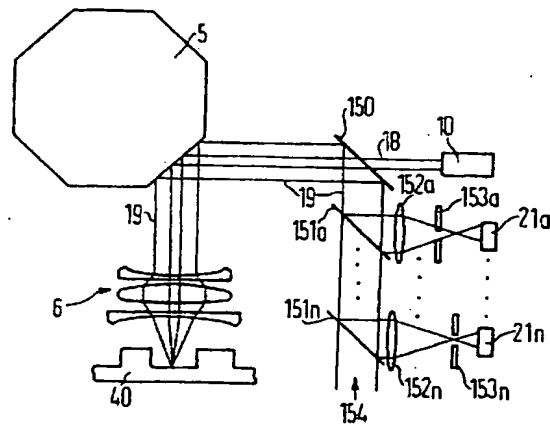
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学式間隔センサ

(57)【要約】

【目的】 高い分解能および二次光反射に関する低い感  
度と同時に高いデータレートを有する光学式間隔センサ  
を提供する。

【構成】 測定ビーム19の直径が照明ビーム18の直  
径に比べてはるかに大きい。両ビームの直径が測定位  
置ではほぼ等しく、その際に照明ビーム18は測定ビー  
ム19よりも大きい焦点深度を有する。測定ビーム19  
を分割するためのビーム分割ユニット154を有し、そ  
の後ろに分割された測定ビーム19の方向に光学系15  
2a~nおよびほぼ点状の光検出器21a~nが配置さ  
れており、その際に光検出器が高さ値を区別するため照  
明ビーム18の焦点深度のなかに分割された測定ビーム  
19の方向にずらされて配置されており、またそのつど  
の高さ段階が最大の光強度を有する光検出器により認識  
される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高さ値を求めるため、また三次元の表面測定をするため、特に電子平形モジュールを検査するための同焦点の光学的結像原理による光学式間隔センサであって、表面上に結像される点状の光源と、表面をステップ状に走査するためのビーム偏向ユニットと、照明ビーム(18)および測定ビーム(19)が通される走査対物レンズ(6)と、点状の光源に対して同焦点に配置されている光検出器(2)とを有する間隔センサにおいて、走査対物レンズ(6)の瞳孔のなかで測定ビーム(19)に比してはるかに小さい直径を有する照明ビーム(18)を有し、対象物表面上の測定位置における照明ビーム(18)および測定ビーム(19)のほぼ等しい直径を有し、その際に照明ビーム(18)が測定ビーム(19)よりも大きい焦点深度(T)を有し、測定ビーム(19)を分割するためのビーム分割ユニット(154)を有し、その後ろに分割された測定ビーム(19)の方向に光学系(152a~n)およびほぼ点状の光検出器が配置され、その際に光検出器が高さ値を区別するため照明ビーム(18)の焦点深度(T)のなかに分割された測定ビーム(19)の方向にずらされて配置され、またそのつどの高さ段階が最大の光強度を有する光検出器により認識され、高さと共に変化する照明ビーム(18)の直径が焦点深度(T)のなかで正確に付設の光検出器のなかに結像されるように設計されている光検出器の直径を有することを特徴とする光学式間隔センサ。

【請求項2】 ビーム分割ユニット(154)が測定ビーム(19)のなかに相い前後して配置されている多数の分割器鏡(151a~n)により実現されていることを特徴とする請求項1記載の光学式間隔センサ。

【請求項3】 測定ビーム(19)を分割するため、測定ビーム(19)を多数の定められた方向に分割する単一の光回折要素が設けられ、その際に点状の光検出器が高さ直径を区別するため照明ビーム(18)の焦点深度(T)のなかに分割される測定ビーム(19)の方向にずらされて配置され、またそのつどの高さ段階が最大の光強度を有する光検出器により認識されることを特徴とする請求項1記載の光学式間隔センサ。

【請求項4】 光学系(152a~n)の代わりに単一の光学系が光回折要素の前および後に配置されていることを特徴とする請求項3記載の光学式間隔センサ。

【請求項5】 光検出器(21a~n)のほぼ点状の構成が前置された絞り(153a~n)の使用により実現されていることを特徴とする請求項1ないし4の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項6】 多くの光波長に対する走査対物レンズ(6)が、個々の色の焦点深度範囲が順次に並び、また強度が絞り(153a~n)の後ろで多くの色敏感な光検出器により色に関係して受け入れ可能であるように設

計されていることを特徴とする請求項1、2または5記載の光学式間隔センサ。

【請求項7】 点状の光源がレーザーにより実現されていることを特徴とする請求項1ないし6の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項8】 ビーム偏向ユニットが回転多面鏡により実現されていることを特徴とする請求項1ないし7の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項9】 照明ビーム(18)および測定ビーム(19)を分離するため、中央孔を有するアウトカッピング鏡(150)が使用されることを特徴とする請求項1ないし8の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項10】 測定位置における測定ビーム(19)および照明ビーム(18)の開き角度の比が少なくとも2:1であることを特徴とする請求項1ないし9の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項11】 走査対物レンズ(6)がテレセントリックに構成されていることを特徴とする請求項1ないし10の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項12】 三次元分解能および走査対物レンズ(6)の測定範囲を変更するため走査対物レンズ(6)がその焦点深度を変更可能であり、または他のものと交換可能であることを特徴とする請求項1ないし11の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項13】 種々の光検出器への測定ビーム(19)の部分ビームの不均等な強度分布を補償する電子式補償ユニットが設けられていることを特徴とする請求項1ないし12の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項14】 電子式増幅器(22aないしn)が光検出器(21aないしn)に相応して、過制御を回避するため、非線形の増幅特性曲線を有することを特徴とする請求項1ないし13の1つに記載の光学式間隔センサ。

【請求項15】 間隔センサが、三次元の対象物を斜めに上からも観察し得るように、対象物表面への法線に関して傾けられていることを特徴とする請求項1ないし14の1つに記載の光学式間隔センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高さ値を求めるため、また三次元の表面測定をするための同焦点の光学的結像原理による光学式間隔センサに関する。好ましい使用分野は特にろう付け個所の検査およびたとえばマルチチップモジュールのような密に実装された電子平形アセンブリにおけるモジュール性状の検査である。

【0002】

【従来の技術】 平形アセンブリのろう付け個所またはモジュールの検査の際に主として導体帯狭窄、粒子による汚れ、ろう付け個所の質、接続パッドの正しい配置、短絡などに関して検査される。マイクロエレクトロニクス

における部品実装密度の増大により高い分解能および高い検査速度での三次元対象物の検査が不可欠になっている。特に未実装または実装済みのマイクロ配線板は自動的に検査されるべきである。

【0003】対象物表面の三次元に存在する多数の点から成る高さラスタ像を撮影するためのこれまでに知られている装置は主としていわゆる三角測量法に基づいている。その際にレーザービームが対象物の表面を走査する。特定の表面点の2つの平面位置座標は走査ビームまたは照明ビームと平面アセンブリとの間の相対的位置により知られている。現在測定される表面点の高さ座標は側方に配置されている少なくとも1つの対物レンズにより位置敏感な検出器と結び付けて検出される。こうして多数の表面点の三次元の位置座標が決定され得る。撮影された表面像と理想的表面像との比較により、また特定の誤差規準を顧慮して、平面アセンブリにおける欠陥が自動的に認識され得る。

【0004】上記の三角測量法は種々の観点で改良されているが、次のようないくつかの原理的な欠点を有する。一検出器が現在の衝突点に相応しない対象物の表面点からの反射光を撮影するならば、二次光の影響の恐れがある。このことは表面が強く輝いている際にかなりの測定誤差に通ずる。一非常に密に比較的大きい対象物と並んでまたは凹みに位置する小さい対象物は陰になるので、あらゆる場合に検出され得ない。シャイムプルーグ(Scheimpflug)条件を守るためには、一般に検出器上への拡大しない結像が必要である。このことは測定スポットの大きさが小さい際に高い電力密度に通ずる。横方向ホトダイオードの検出器表面上の高い電力密度は走査速度を高めることを制限する。ホトダイオードアレイの使用はデータレートを高めない。一たとえばセンサシステムにおける対物レンズの簡単な交換により結像尺度、従ってまた分解能を偏向することはこれまでに知られていない。

【0005】市場で得られる三角測量法による測定システムは上記の欠点を部分的に回避し得る特定の形態を有する。ロボティック・ビジョン・システムズ社(Robotic Vision Systems、米国)は、二次反射による誤測定を回避するため、横方向ホトダイオードの代わりに直線ホトダイオードアレイを採用している。相応の評価ソフトウェアにより誤測定が認識され消去される。しかし、全体としてシステムのデータレートが、プロセスラインでの完全な検査に適さないほどに強く減少する。

【0006】横方向ホトダイオードの応用の際の問題を克服するため、松下電機株式会社(日本)は、8つの方向から観測されるシステムを開発した。検出器信号の評価は適当なアルゴリズムにより実行される。輝いている表面における認識の確実さはそれにより高くなる。全体構造は高速回転する円板により走査する各8つの検出器を有する約4つのセンサヘッドの使用により非常に高

価である。さらに、このシステムは深い孔のなかで測定し得ない。40 $\mu$ mよりも大きい分解能はセンサヘッドの高速回転の際の機械的および光学的調整の問題のために達成されない。

【0007】名古屋電気製作所(日本)はレーザービームにより実装された導体板の上を走査して、また鏡面反射の角度を測定する。ろう付け箇所または部品の表面傾斜の評価により絶対高さが積分により決定され得る。しかし45°よりも大きい傾斜は検出され得ない。それにより垂直な壁を有する対象物の高さは測定可能でない。小さい孔のなかの測定は可能でなく、また二次反射が排除され得ない。

【0008】同じく公知のシステムがオムロン生命科学研究所(日本)から提供されている。ここでは鏡面反射された光から高さ情報が得られる。試料は種々の方向から3つの異なる色で照明される。鏡面反射された光はカラー写真により検出され、また試料表面の傾斜が計算される。性能範囲はほぼ名古屋電気製作所のシステムに相当する。

【0009】一般に、特に鏡面反射する表面を有するろう付け箇所において生ずる二次反射は大きい検出器表面の際に隣接するろう付け箇所に誤情報および相応に誤った高さ値を招くと言うことができる。従って小さい検出器表面の使用に向かって努力されている。なぜなら、これにより目下結像すべき測定位置のすぐ周囲のみが検出されるからである。同期化された三角測量法の使用により、このことが顧慮される。その際に検出ビームは2つの側方に取付けられた偏向装置により走査対物レンズおよびビーム偏向ユニット(回転多面鏡)を介して検出器表面へ向けられる。照明および測定ビーム(検出ビーム)の同期したビーム偏向により検出器への衝突点の高さ運動のみが結像され、それによってこれが相応に細くされ得るし、また走査方向の二次反射が暗くされる。走査方向に対して垂直に生ずる擾乱反射はそれにより除去されない。システム上光の衝突点または測定位置は2つの空間方向からのみ観測する必要がある。密に実装された導体板では、このことは相当の陰影に通ずる。

【0010】構造の三次元の測定の際に既の実証されている方法は同焦点原理に基づいている。その際、通常は絞孔により定められる点状の光源が試料または対象物の上に結像される。その際に最大の光強度は、対象物および検出器平面が実際にそのつどの光学系の焦点に位置している(同焦点)ならば、検出器(光検出器)にのみ当たる。対象物が焦平面の外側に位置するならば、点状の検出器の前で測定ビームの強い広がりが生じ、それによって測定可能な強度が強く減少する。

【0011】同焦点原理に基づくセンサはたとえば文献安藤他著「レーザースキャナを使用するエッチングされたパターンの3D輪郭検出」SPIC論文集、第389巻、光学システムエンジニアリングIII、米国ロサンゼ

ルス、1989年1月20、21日に記載されている。特に第2図および第3図に、対象物平面およびセンサ平面がそれぞれ焦点範囲内に位置することが示されている。さらに、この文献には走査レンズならびにビーム偏向ユニットとしての回転多面鏡の使用が記載されている。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、高い分解能および二次光反射に関する低い感度と同時に高いデータレートを有する光学式間隔センサを提供することにある。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】この課題は請求項1の特徴部分により解決される。

#### 【0014】

【作用効果】同焦点原理で構成されるセンサは点状に対象物の上に結像される光源により作動する。対象物から後方散乱された光はほぼ点状の検出器の上に結像される。対象物および像または検出器は照明または測定ビームの焦点に位置している。それと結び付けられる小さい焦点深度は対象物の三次元測定のための表面点の撮影の際の高い分解能と結び付けられている。

【0015】撮影すべき高さ情報または高さ値は三角測量法に類似して対象物表面への法線に対してできるかぎり大きい角度のもとで垂直な照明および観測により得られる。しかし、照明ビームおよび測定ビームを同時に導く走査対物レンズが使用されまたその際に照明ビームの直径が測定ビームの直径よりもはるかに小さく構成されている場合には、対物レンズの開き円錐全体にわたり観察が行われる。こうして、照明ビームの衝突点から対象物表面へ出発するすべてのビームが測定の際に顧慮される。検出のために寄与する空間角度はそれによって三角測量法のそれよりもはるかに大きい。

【0016】本発明は、現在の要求に対して十分なデータレートが、同焦点原理の変形である光学式間隔センサにより実現されるという認識に基づいている。ラスタ化された表面像の撮影の際の比較的遅い横方向および軸線方向の対象物シフトを回避するため、多重に分割された測定ビームに相応して多くの並列に動作するほぼ点状の光検出器が設けられている。光検出器はすべて同焦点に配置されており、また対象物が高さを変えられないならば照明ビームの焦点深度により予め与えられている高さ測定範囲の分割をなしている。この最大の高さ測定範囲はこうして、対象物の機械的追従なしに分解可能である多くの段階に分割される。そのために、種々の分割された測定ビームに関してずらされた点状の光検出器の配置が必要である。光検出器の直径は、測定高さと共に変化する焦点深度のなかの照明ビームの直径が正確に対応付けられている光検出器のなかに結像されるように設計されている。照明ビームの焦点深度のなかのそのつど適

切な高さ段階が最大の光強度を有する光検出器により認識される。

【0017】本発明の有利な実施態様では、ビーム分割ユニットとして分割器鏡が使用されている。ビーム分割器鏡は機構上費用がかかるにもかかわらず最も簡単な形式のビーム分割ユニットである。このことは約20の個別ビームまで測定ビームを分割する場合にも当てはまる。

【0018】構造上の単純化は単一の光回折要素の使用により達成される。このビーム分割ユニットとして作用する要素は測定ビームを多数の定められた方向に分割する。本来の検出方式は不変である。この実施態様の特殊性は適合された光学系にある。通常のようにビーム分割ユニットの後ろに各個の分割された測定ビームのなかに置かれる光学系の代わりに、光回折要素の使用の際には単一の光学系が使用可能である。これは光回折要素の前または後に使用される。こうして、すべての測定ビームまたはすべての分割された測定ビームはこの光学系を介して導かれる。光回折要素としてはたとえば回折格子、または計算機により発生された定められた強度分布を有するホログラムが使用され得る。

【0019】光検出器の点状の構成は、絞りと市販の光検出器、たとえばホトダイオードの組み合わせにより達成される。すべてのユニットはこうして、絞りが測定ビームの焦点範囲内に位置するならば同焦点に配置されている点状の光検出器である。このことは、部分ビーム上に置かれているすべての絞りまたは光検出器に当てはまる。

【0020】本発明の別の有利な実施態様は、多くの波長に対してことさらに色収差が引き起こされるように補正されている走査対物レンズを使用する。照明ビームの焦点深度により予め与えられる高さ走査範囲はこの場合、個々の色の焦点深度範囲が順次に並ぶ個々の段階に分割される。光が点状の光検出器の前に接続されている絞りを通過した後、光は色に相応して分割され、また種々のホトダイオードに導かれる。

【0021】点状の光源は有利にはレーザーにより実現される。レーザーは、光学系を介して対象物の表面の上に鋭く結像される測定ビームを供給する。その際に単色の光または多くの波長の光を有するレーザーが使用され得る。後者は、多くの波長に対して補正された走査対物レンズが使用される場合に必要である。レーザーの高い電力密度は極めて有利である。

【0022】表面ラスタ像を撮影する際の高いデータレートを達成するためには、相応に適合されたビーム偏向ユニットが必要である。その際に回転多面鏡を使用することは非常に有利であることが判明している。なぜなら、機械的駆動の共同作用および高いデータレートの達成がその際に可能になるからである。多面鏡の位置における照明ビームの小さい直径と組み合わせて多面鏡を小

さく設計すると高い回転数が可能になる。

【0023】照明ビームと測定ビームとの間の分離は中心に孔をあけられたアウトカップリング鏡により行われる。この有利な実施態様は測定ビームおよび照明ビームの開口数の間の予め定められた比に設計されている。

【0024】測定ビームの開口が照明ビームの開口にくらべて大きいことは有利である。測定開口と照明開口との間の比は、そのつどの高さ範囲内で測定され得る高さ段階の数の尺度である。ほぼ等方性に散乱する対象物では、内挿によりこれらの高さ段階の間の高さ値を評価することが可能である。測定ビームの開口が照明ビームの開口よりもはるかに大きく設計されると、観測位置の光は対象物の上に対象物の法線に対する大きい角度のもとに、または大きい空間角度にわたって集められる。このことは高さ分解能を著しく改善する。同じく、検出開口と照明開口との間の大きい比によりスペックルにより惹起されるノイズが抑制されると有利である。測定ビームおよび照明ビームの開き角度の間の少なくとも所望比は2:1とすべきであろう。

【0025】データレートの上昇と結び付けられる光学式間隔センサの簡単化はテレセントリックな走査対物レンズの使用により達成される。その際、主として、テレセントリックでない走査対物レンズの設計の際に像位置を正確に求めるために必要であった計算工程が節減される。

【0026】一般に種々の光検出器への部分ビームの不均等な強度分布が生ずるが、それらは有利には電子式補償ユニットにより補償される。光強度の不均等な強度分布はビーム分割ユニットの形態および絞り直径に応じて生ずる。

【0027】高さ測定範囲の変更は有利には走査対物レンズの交換により達成される。これは顕微鏡対物レンズにおけるのと類似の仕方で行われる。測定範囲および分解能が相互に影響するので、これに関して電子的調整が行われなければならない。それにより走査装置の容易な装備変更が可能にされる。光学式間隔センサの側方傾斜により、種々の実装技術で製作された平形アセンブリを検査することができる（たとえば“表面取付デバイス”、“J-リード”等）。

【0028】

【実施例】以下に図面により同焦点原理および本発明の実施例を説明する。

【0029】図1には、構造化された表面の三次元測定の際に既に実証済みの方法が示されている。これは同焦点原理に基づいている。同焦点原理では、たとえば孔絞りにより、または図1の場合のようにレーザー1により形成される点状の光源が対象物の上に結像される。後方散乱された光は再びほぼ点状の検出器の上に結像される。対象物および検出器表面が事実上焦点に位置している場合、すなわち同焦点である場合にのみ、検出器の上

に最大の光強度が当たる。ここで注意すべきこととして、前記両構成要素の各々の点状の構成は同焦点絞りのそのつどの前置により行われる。従って、光学系11および絞り30を有するレーザー1が点状の光源とみなされる。点状の検出器は絞り31および本来の検出器2、たとえばホトダイオードから成っている。同焦点の状況は焦点を結ばれたビーム16のビーム経路により示されている。この場合、対象物4は光学系14に関して焦平面内に位置している。同じことが光学系12、13に関して絞り30、31にも当てはまる。対象物41が焦平面の外側に位置すると、強いビーム広がりがある焦点を外されたビーム17に相応して生ずる。このことは検出器2における強い強度低下と同じ意味である。

【0030】同焦点の系により条件付けられて、確かに小さい焦点深度が存在するが、高い分解能が得られている。対物レンズ、ここでは光学系14は、照明ビームの開口に比較して測定ビームの開口に差異が全く認められないように設計されている。

【0031】図2には検出された光の強度Iの経過が高さ値Zに関係して示されている。この曲線を撮影するため対象物が、その高さ値が最大の強度Iを有する同焦点の設定に相応する値の両側に動かされるようにずらされた。評価規準は完全な半値幅Hである。半値幅とは、最大値の半分への強度Iの低下に相当する高さ値Zの範囲をいう。

【0032】図3には、変更された同焦点原理に相応する本発明による構成が示されている。その際に重要なことは、それぞれ光学系152a~n、絞り153a~nおよび光検出器21a~nによる多くの個別ビームへの測定ビームの分割により実現されている多段の同焦点の構成である。照明ビーム18はレーザー10により発生され、また孔を設けられているアウトカップリング鏡150により回転多面鏡5の上に偏向される。この多面鏡5は照明ビーム18を対象物40の表面の方向に反射させる。さらに、照明ビーム18および測定ビーム19を同時に両方向に導く走査対物レンズ6が設けられている。対象物40の表面上の測定位置において照明ビーム18の開口数は測定ビーム19の開口数よりもはるかに小さい。走査対物レンズを介して導かれた測定ビーム19は再び回転多面鏡5を介してアウトカップリング鏡150に戻される。それに続いてビーム分割ユニット154のなかで測定ビーム19が分割される。図3中には単に2つの分割が具体的に示されている。実際には必要に応じて16、20またはそれ以上のユニットが置かれていてよい。ビーム分割ユニット154は、図3に示されているように、分割器鏡151a~nから成っていてよい。しかし、機械的経費を低減するため、回折格子の使用または計算機により発生されるホログラムの使用も可能である。ホログラムを製作するための高い費用は、それと結び付けられる重要な利点により償われ得る。すな

わち、回折された光の強度分布がたとえば相応に設計されたホログラムにより要求条件に応じて予め定められた仕方で影響され得る。回折格子の際には、また分割器鏡の使用の際にも、電子式補償が分割された測定ビームを均等に分布させる役割をする。

【0033】図4には、多数の光検出器21a~nに相応して種々の光強度を処理する評価電子回路が示されている。各検出器は焦点深度Tのなかの高さ値を表し、また評価電子回路は最高の電力を有する高さ値を見出す。このことは、すべての強度値の和の特定の百分率に相応する高さのしきいにより達成される。多くの信号がしきい値を上廻ると、相応の高さ値Zが平均化される必要がある。評価電子回路は光検出器21a~nから相応の信号を増幅器22a~nを介して受け入れ、それらを加算器23のなかで加算し、また個別値をコンパレータ24a~nのなかで和と比較する。エンコーダ25は所望の高さ値Zを供給する。高い画素処理速度を達成するために、この並列処理の仕方が必要である。増幅器22a~nとしてはたとえばサンプル・アンド・ホールド増幅器が使用され得る。

【0034】図5には照明ビーム18の焦点範囲の概要が示されている。これはそのくびれ部分にくびれ直径D1を有する。焦点深度Tは、焦点範囲内の照明ビームの長さに相当するように定められており、その間でそれぞれ両方向に照明ビーム18のビーム直径D2がD1の $\sqrt{2}$ 倍に増されている。焦点深度Tにより最大の高さ走査範囲が予め与えられている。しかし、それは走査対物レンズ6の交換により変更され得る。しかしデータレートと一致していない他の可能性は対象物の機械的運動であった。従って図1に相応する同焦点原理によるセンサは光学的に十分に良好であるが、現在必要な用途に対してはあまりに遅い。

【0035】同焦点原理により二次反射の擾乱作用自体は十分に排除される。しかし、これまでそれによって実現されたデータレートは約100~1000画素毎分であった。図3に相応する装置によりデータレートは10<sup>6</sup>画素毎分以上に高められ得る。別の利点は、十分に大きい空間角度が検出のために利用されるかぎり、陰影が臨界的でないことにある。光検出器の大きさが照明スポットの大きさに適合されているので、対象物40の照明された位置のみが、光検出器21a~nおよびそれぞれ前置されている絞り153a~nから成る検出器の上に結像される。図3に示されているレーザー10はコリメートされた光を供給する。対象物40における照明ビーム18の小さい直径により存在する照明の際の大きい焦点深度は結像の際の比較的小さい焦点深度に変換される。個々の測定ビームへの分割により分解能または焦点深度が小さい焦点深度範囲に分割される。設計の際に開口、分解能、焦点距離などの間の公知の光学的関係を顧慮する必要がある。すなわち開口の増大はより高い分解

能をもたらす、また焦点距離の増大はより大きい焦点深度に相応してより大きい高さ測定範囲をもたらす。しかし、測定範囲および分解能は互いに影響するので、たとえば測定および照明ビーム18、19の開口比が2.5、また高さ測定範囲が0.5mmの際に20 $\mu$ mの分解能が達成され得る。分解能は高さ段階の間の適当な内挿により高められ得る。高さ測定範囲の変更は簡単な仕方であらう。走査対物レンズ6の交換により達成され得る。

【0036】図3に相応する光学式間隔センサにより一方方向の対象物40の遅い横方向シフトが回避され得る。追加的な検流計鏡の使用により対象物40の横方向シフトは完全に省略され得る。第2の横方向の走査方向は照明ビームによる走査により条件付けられる。高さ値Zは対象物40の表面上の各個の測定点に対して光学式間隔センサを介して求められる。こうして2MHzの画素レートが実現され得る。データレートまたは走査速度は多面鏡の構成に関係している。光学式間隔センサの実施例はたとえば下記の技術データを含んでいる。

測定ビーム直径: 7.5mm  
照明ビーム直径: 0.7mm  
多面鏡の回転速度(12フアセット、利用率0.5): 15000回転/分  
走査長さ(横方向): 3.5mm  
横方向分解能: 5 $\mu$ m  
画素/走査長さ: 700

【0037】走査のなかで、すなわち走査された行のなかで上記のデータの際に、センサ電子回路により処理されなければならない画素データレートは4.2MHzである。0.5の多面鏡の利用率に基づいて有効な画素データレートは2.1MHzとなる。2 $\times$ 10<sup>6</sup>画素/秒の平均走査速度の際に非常に複雑な導体板ではたとえば250 $\times$ 250mmの面に対して試験時間は20分となる。簡単に構造化された導体板では試験時間は数分の範囲内である。

【0038】光学式間隔センサに接続されている図4に相応するセンサ電子回路は比検出器21a~nをも含んでいる。ここに使用されるホトダイオードおよび増幅器22a~nは、対象物40の表面により惹起される極度に強い強度変動を検出または補償し得るように、短い上昇時間において非常に大きいダイナミックレンジを有するべきである。従って、増幅器過制御を回避するため、非線形の増幅特性を有する増幅器が使用され得る。

【0039】本発明による間隔センサにより鏡面反射する面も検査され得るという事実とならんで、照明ビーム18の強度調節が省略され得ることも有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】同焦点原理の説明図。

【図2】対象物表面の1つの点における機械的な高さ走査の間の光強度の経過図。

【図3】並列に動作する多数の検出器が設けられてお



り、回転多面鏡により高速走査するための同焦点の構成を有する本発明による光学式間隔センサ。

【図4】点状の光検出器の信号の並列処理のためのセンサエレクトロニクスに関する原理図。

【図5】照明ビームの焦点範囲または焦点深度を示す図。

【符号の説明】

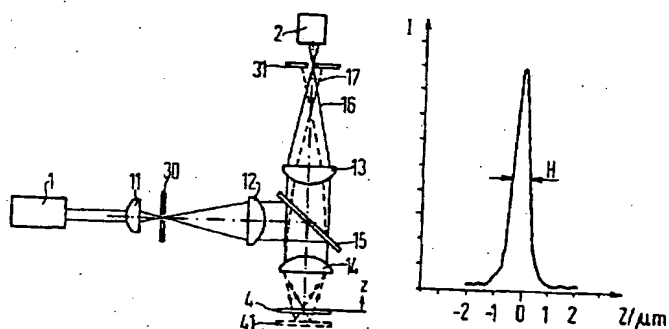
- 1 レーザー
- 2 検出器
- 4 対象物
- 5 回転多面鏡
- 6 走査対物レンズ
- 10 レーザー
- 11～13 光学系
- 14 対物レンズ
- 16 焦点を結ばれたビーム
- 17 焦点を外されたビーム

- 18 照明ビーム
- 19 測定ビーム
- 21 光検出器
- 22 増幅器
- 23 加算器
- 24 コンパレータ
- 25 エンコーダ
- 30、31 絞り
- 40 対象物
- 150 アウトカップリング鏡
- 151 分割器鏡
- 153 絞り
- 154 ビーム分割ユニット
- H 半値幅
- I 光の強度
- Z 高さ値

【図1】

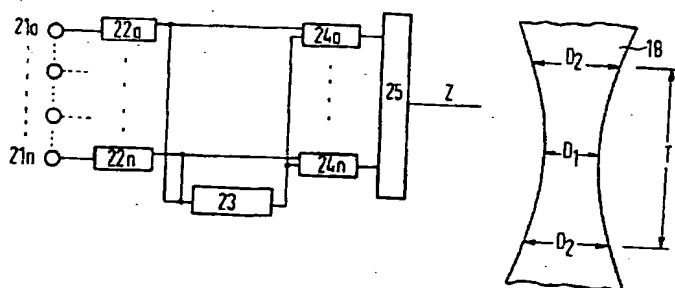
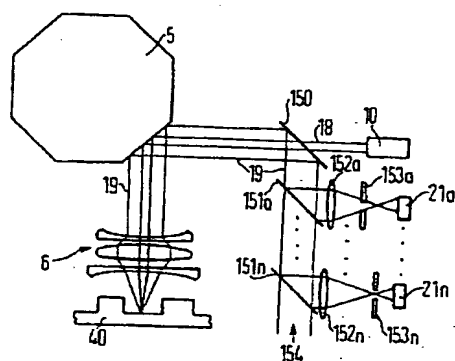
【図2】

【図3】



【図4】

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 リヒアルト シュナイダー  
ドイツ連邦共和国 8028 タウフキルヒエ  
ン エガーレンダーシュトラッセ 5

(72)発明者 ミヒアエル シュトツクマン  
ドイツ連邦共和国 8206 ブルツクミュー  
ル-ゲツチング エンチアンヴェーク 18